

Etude des mécanismes de la salinisation de l'eau souterraine comme indicateurs de la dégradation du sol dans la région de Chouaifat-Rmeyle / R. Janho ; sous la direction de Dr M. el Moujabber. — Extrait de : Annales de recherche scientifique. — N° 5 (2004), pp. 189-196.

Bibliographie. Figures.

I. Salinité — Liban. II. Sols — Salinisation — Liban. III. Sols — Dégradation, Lutte contre la — Liban. IV. Désertification, Lutte contre la — Liban.

Moujabber, M. el

PER L1049 / FA193886P

ÉTUDE DES MÉCANISMES DE LA SALINISATION DE L'EAU SOUTERRAINE COMME INDICATEURS DE LA DÉGRADATION DU SOL DANS LA RÉGION DE CHOEIFAT-RMEYLÉ

R. JANHO

Sous la direction de Dr M. EL MOUJABBER

Université Saint-Esprit de Kaslik

Faculté des Sciences Agronomiques

B. P. 446 Jounieh, Liban

RÉSUMÉ

Les différents modèles de retrait d'eau ont mené à un abaissement sévère de la nappe d'eau et une intrusion de l'eau saline tout au long de la côte. Dans le monde entier, un grand intérêt est dirigé vers l'agriculture irriguée et sa durabilité sous l'effet de la désertification, la salinisation et l'érosion. Cinq à sept millions d'hectares de terres productives sont perdus chaque année par dégradation. La zone d'étude (Choueifat au nord jusqu'à Rmeylé au sud) est située dans la région côtière sud du Mont Liban. La zone, agricole de tradition, fait face à un problème de développement urbain qui sera accentué dans le futur. Cette urbanisation conduit à un pompage excessif de l'eau souterraine qui s'épuise de plus en plus, la recharge naturelle devient insuffisante pour régénérer cette quantité d'eau épuisée. L'étude des structures hydrogéologiques, l'établissement des cartes et les expérimentations par pompage sont nécessaires pour pouvoir établir un modèle conceptuel permettant de prévenir ou diminuer l'intrusion de l'eau de mer dans les sources karstiques côtières. Les résultats ont montré que cette région continue à être sujette à l'intrusion de l'eau de mer, de plus la situation s'aggrave mois après mois. La suggestion la plus pratique est de limiter le pompage, ceci implique la diminution du nombre des puits surtout dans les régions de Jieh et Rmeylé.

Mots clés : *pompage, intrusion de l'eau de mer, dégradation, désertification, recharge naturelle.*

ABSTRACT

The different ways of water withdrawal has led to a severe lowering of the water table and a saline water intrusion along the coast. In the whole world, a big interest is made towards the irrigated agriculture and its durability towards the desertification, salinisation and erosion. Five to seven million hectares of productive soils are lost every year through degradation. The study area (Choueifat North to Rmeyleh South) is located in the south coastal region of Mount Lebanon. This area, with an agricultural tradition, is facing an urban development problem, which will be increased in the future. This urbanization is leading to an excessive pumping of the groundwater, which is becoming scarce every day, the natural recharge is becoming insufficient for regenerating this water quantity. The study of the hydrogeological structures, the establishment of different maps and the pumping experiments are a necessity for establishing a conceptual model that allow us to prevent or limit the seawater intrusion in the coastal karstic sources. The results have showed that this region is still subject to seawater intrusion, in addition, the situation is becoming more severe month after month. The practical suggestion is to limit the pumping, entailing a lesser number of wells especially in the Jieh and Rmeyleh regions.

Keywords: *pumping, seawater intrusion, degradation, desertification, natural recharge.*

INTRODUCTION

Les ressources en eau deviennent limitées et rares à cause de l'utilisation irrationnelle de l'eau pour plusieurs buts et surtout pour l'irrigation.

La quantité d'eau souterraine estimée pour l'irrigation a augmenté durant les dernières années à cause de l'utilisation des puits privés. La disparité saisonnière entre la période de précipitation (hiver) et le temps de la demande maximale pour l'irrigation (été) a conduit à une extraction excessive et incontrôlable de l'eau souterraine pour répondre à ces demandes.

L'expansion rapide de l'urbanisation a conduit à une extraction intensive de l'eau pour répondre aux différents types de demande.

Les différents modèles d'extraction de l'eau ont mené à un abaissement sévère de la nappe d'eau et une intrusion de l'eau saline tout au long de la côte (El Moujabber *et al.*, 2003a).

L'aquifère côtier, caractérisé par le fait d'avoir au moins un côté du périmètre en contact direct avec la mer, à part d'être exposé à une pollution urbaine, industrielle ou agricole, est sujet à une intrusion d'eau de mer (El Moujabber et Bou Samra, 2002).

L'évaluation de la qualité des eaux d'irrigation requiert une approche qui tient compte des risques potentiels que l'utilisation de cette eau peut entraîner, tant au niveau des plantes qu'au niveau du sol.

Dans le monde entier, on s'intéresse de plus en plus à l'agriculture irriguée et à sa durabilité sous l'effet de la désertification, la salinisation, l'engorgement d'eau et l'érosion. Cinq à sept millions d'hectares de terres productives sont perdus chaque année par dégradation. La salinisation, qui est un facteur principal de la détérioration des terrains, conduit à une dégradation spécifique du sol, la dégradation chimique (Hamdy et Lacirignola, 1999).

La région côtière de Choueifat- Rmeylé est menacée par l'intrusion de l'eau de mer dans les aquifères (El Moujabber et Bou Samra, 2002).

Le pompage excessif dans cette région a conduit à l'intrusion de l'eau de mer et à la salinisation de l'eau souterraine. Dans cette région, le plus important est de pouvoir déterminer la profondeur de l'interface eau saline / eau douce, dans le but de déterminer et d'estimer le degré d'intrusion de l'eau de mer, l'hétérogénéité de l'aquifère, l'existence de différentes sources salines qui contaminent les puits ainsi que les changements de la qualité de l'eau souterraine dans l'espace et dans le temps (Melloul et Bachmat, 1975 ; Ven Gosh *et al.*, 1991 ; Siraz, 1998).

L'objectif de cette étude est d'étudier les mécanismes de la salinisation de l'eau souterraine comme indicateurs de la dégradation du sol dans la région de Choueifat- Rmeylé.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Quarante quatre puits ont été choisis au cours de cette étude. Le prélèvement de l'eau a été fait pendant trois mois s'étalant de février 2003 à avril

2003. Une détermination de la position géographique de chaque puits a été faite en utilisant le GPS (Global Position System)

Une analyse physique a été effectuée afin de mesurer l'augmentation et les effets de salinité sur les récoltes. Une analyse bactériologique a été faite pour les échantillons prélevés des puits afin de quantifier la qualité de l'eau dans cette région. Ces deux types d'analyses ont été réalisés dans les laboratoires de la Faculté des Sciences Agronomiques à l'Université Saint-Esprit de Kaslik.

Une mesure du niveau piézométrique de chaque puits a été faite.

Des cartes digitalisées de la région d'étude ont été établies au Conseil National de la Recherche Scientifique (CNRS), Centre de Télédétection à Mansourieh, durant le mois d'avril. La région d'étude d'une surface de 780 Km² a été choisie suivant les limites des bassins versants.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les variations de l'Electro-Conductivité (EC) sont étudiées région par région. Les résultats sont illustrés dans la figure 1. 'C' désigne les puits de la région de Choueifat et 'D' ceux de la région de Damour.

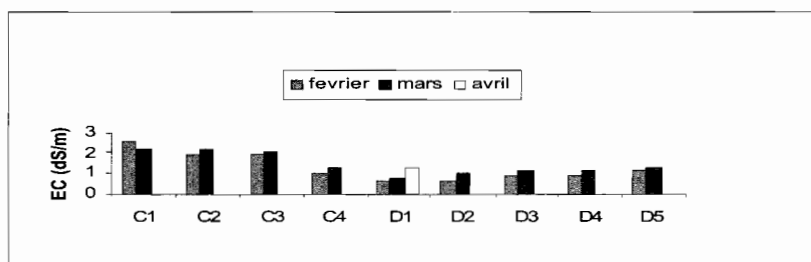


Figure 1. Variation de l'EC des puits des régions de Choueifat et Damour durant les 3 périodes.

Les valeurs oscillent entre 0,59 et 2,54 dS/m durant la première mesure. Le puits C1 présente la valeur la plus élevée. Une augmentation des valeurs de l'EC a été remarquée pour tous les puits à l'exception du puits C1 où l'EC a diminué (2,23 dS/m). La cause de cette augmentation peut être l'excès de pompage ; durant cette période, le fermier utilise plus l'eau de son puits pour irriguer les cultures sous serres (fraisiers, tomates,...).

Durant le mois d'avril, un seul puits a été mesuré (D1), la valeur de l'EC a augmenté considérablement.

A propos du puits C1, la valeur élevée de l'EC peut être due au pompage excessif vu que ce puits irrigue une grande surface cultivée.

Dans la région de Jieh et d'après la figure 2, les valeurs de l'EC varient entre 0,99 et 6,19 dS/m durant la première période. La plupart de ces puits présente un problème de salinité mais le puits J9 est le plus contaminé.

Durant la période de mars et après une longue période de précipitations, les valeurs ont augmenté pour la plupart des puits et pour J9, l'EC était 8,2 dS/m.

Durant le mois d'avril, on observe aussi une augmentation de l'EC des puits mesurés.

Ici encore cette augmentation peut être attribuée au pompage excessif. Mais la cause essentielle de la valeur élevée pour le puits J9 est causée par le fait que ce puits est très proche de la mer.

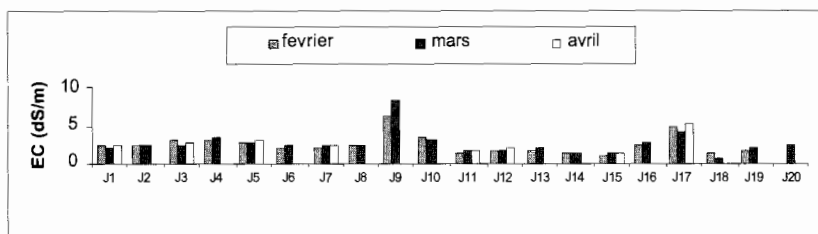


Figure 2. Variation de l'EC des puits de la région de Jieh durant les 3 périodes.

Dans la région de Rmeylé et d'après la figure 3, les valeurs oscillent entre 0,35 et 2,34 dS/m. Le puits R11 est le plus contaminé par l'eau saline.

Les valeurs ont augmenté aussi et pour la même raison durant le mois de mars et le mois d'avril et surtout pour le puits R11.

Constatons aussi que le puits R11 est le plus proche de la mer.

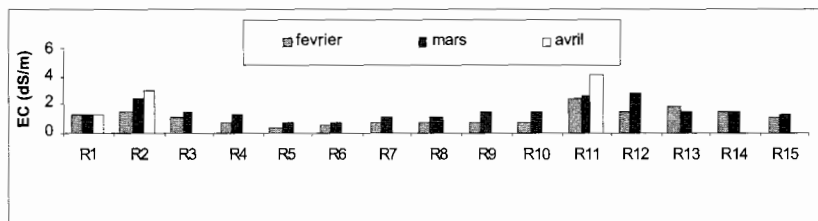


Figure 3. Variation de l'EC des puits de la région de Rmeylé durant les 3 périodes.

Pour mieux étudier la raison de l'augmentation considérable de l'EC, les valeurs de l'EC durant les 3 périodes sont présentées dans la figure 4 avec les précipitations mensuelles. Le puits D1 de la région de Damour a été choisi parce qu'il est mesuré durant les 3 périodes.

La figure 4 montre qu'avec la diminution des précipitations de février à avril, l'EC a augmenté dans les puits R11 et D1 sauf pour le puits J17, où l'EC a augmenté de février à mars. Ceci indique que les précipitations ont un effet léger sur la valeur de l'EC.

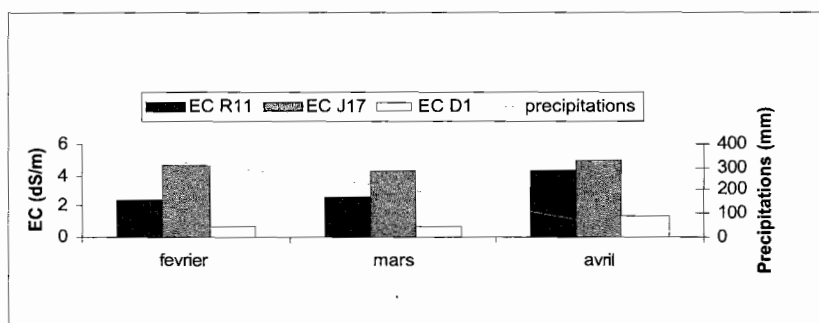


Figure 4. Variation de l'EC en fonction des précipitations des puits D1, J17 et R11.

A partir de ces résultats nous constatons que la région de Jieh est la plus contaminée par l'eau saline. Les causes sont nombreuses.

Pour mieux interpréter les résultats, plusieurs cartes de la région d'étude ont été établies.

D'après les cartes établies, on a pu étudier la nature pédologique, géologique et hydrogéologique de la région d'étude.

Du point de vue pédologique, dans la zone d'étude, la roche mère est de nature karstique recouverte par des sols rouges «Chromic luvisols» (Terra Rossa), la nature de ces sols favorise l'intrusion de l'eau salée dans les nappes phréatiques.

Du point de vue géologique, les résultats ont montré l'existence d'un grand nombre de failles qui coupent la région. La plupart d'entre elles traversent la région depuis les montagnes jusqu'à la mer dans une direction Est-Ouest. Les failles présentes dans les régions de Jieh et Rmeylé sont assez larges et causent des barrières contre la recharge en eau douce de ces régions.

Du point de vue hydrogéologique, la présence des formations rocheuses fracturées et la prédominance de galeries karstiques influencent le régime d'écoulement d'eau souterraine (Shaban, 2003).

Du point de vue microbiologique, les résultats ont montré que la région de Jieh est la plus contaminée par l'*Escherichia coli*.

CONCLUSION

Les résultats obtenus par cette étude ont montré que la bande côtière libanaise allant de Choueifat jusqu'à Rmeylé continue à être exposée à l'intrusion de l'eau de mer et ceci conformément à Faysal (2001), El Moujabber et Bou Samra (2002), Salibi (2002) et El Moujabber *et al.* (2003a,b). L'intrusion de l'eau de mer est due aux durées de pompage excessives et à la nature pédologique et géologique de cette région.

Il s'est avéré que la salinité des puits est faiblement influencée par les précipitations.

Les résultats ont aussi montré l'augmentation rapide de la valeur de l'EC des puits chaque mois. Ce qui montre que l'état d'intrusion est très grave dans la bande côtière sud du Liban menant à des taux de salinité intolérables par les cultures, menaçant ainsi leur développement et leur production.

L'expansion urbaine fait une grande pression sur la ressource en eau de cette région, étant donné que la demande en eau augmente pour satisfaire les besoins de toute cette population. Alors, le recours au pompage de l'eau souterraine augmente avec l'augmentation de la population.

Étant donnée la distribution anarchique des puits, la suggestion la plus pratique est de limiter le nombre des puits surtout dans les régions de Jieh et Rmeylé puisque ces régions ont une nature géologique qui les rend sujettes à la salinisation de l'eau souterraine.

Pour limiter le pompage, il faut créer des barrages et des réseaux collectifs du fleuve le plus proche qui est le fleuve de Damour ou celui de Awali, dans le but de mélanger cette eau avec celle disponible ou de la remplacer si c'est possible et d'abandonner les puits. En effet, il serait utile d'étudier les recharges naturelles dues aux précipitations qui s'infiltrent vers les nappes souterraines, il faut noter que des recharges naturelles peuvent avoir lieu.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- EL MOUJABBER, M. et BOU SAMRA, B., 2002. Assessment of Groundwater salinisation by Seawater Intrusion in a Typical Lebanese Horticultural Area. *Acta Horticulturae*. 523:195-202.
- EL MOUJABBER, M., IMAD, E. et BOU SAMRA, B., 2003a. Activités agricoles et qualité des eaux en zone urbaine et périurbaine sur le littoral libanais. In : Interface entre agriculture et urbanisation dans le bassin méditerranéen. Ed. Joe Nasr et Martine Padilla. Co-éd. CIHEAM/IAM, CERMOC, ENSP et RUAF (*In press*)
- EL MOUJABBER, M., DARWISH, T., ATALLAH, T., SHABAN, A. et KHAWLIE, M., 2003b. Land degradation on the Lebanese coast by urbanization pressure and mismanagement of water resources. Workshop: Ecosystem-based assessments of soil degradation to facilitate land users' and land owners' prompt actions ECOLAND. Adana – Turkey, June 2003.
- FAYSAL, S., 2001. Etude de l'effet de la salinisation de l'eau souterraine par l'intrusion de l'eau de mer sur la salinité du sol dans les cultures sous serre dans la zone Choueifat – Rmeylé. Mémoire de fin d'études, Faculté des Sciences Agronomiques, USEK. 90 p.
- HAMDY, A. et LACIRIGNOLA, C., 1999. Mediterranean Water Resources: Major Challenges Towards the 21st Century. Cairo, Egypt. 335 p.
- MELLOUL, A.J. et BACHMAT, Y., 1975. Assessment of the hydrological situation in the Gaza Strip as a Basis for the Management of the Coastal Plain Aquifer in that Region. *Hydrological Service Rep.*, 3,83 p., Jerusalem. 1975.
- SALIBY, C., 2002. Effets de l'intrusion de l'eau de mer et de l'expansion de l'urbanisation sur la qualité des eaux souterraines dans la bande côtière allant de Choueifat jusqu'à Rmeylé. Mémoire de fin d'études, Faculté des Sciences Agronomiques, USEK, 50pp.
- SHABAN, A., 2003. Etude de l'hydrogéologie au Liban occidental : utilisation de la télédétection. Thèse présentée à l'université Bordeaux I, 209 pp.
- SIRAZ, L., 1998. Salination mechanism in the coastal ground waters of Palghar Taluka, Maharashtra, India, IAH. *IGC groundwater sustainable solutions*, Eds. T.R. Waever and C.R. Lawrence. Melbourne University, Australia, 347-352.
- VENGOSH, A., STARINSKY, A. et MELLOUL, A., 1991. Salinisation of coastal aquifer water by Ca-Chloride solutions at the Interface Zone Along the coastal plain of Israel, *Geological Survey of Israel Report 27/91*, 21 p.